Agriculture et Agroalimentaire Canada
Direction générale de la recherche

Agriculture and Agri-Food Canada
Research Branch

CANADIAN AGRICULTURE LIBRARY
BIBLIOTHÈQUE CANADIENNE DE L'AGRICULTURE

# TENDANCES CLIMATIQUES À LONG TERME POUR L'AGRICULTURE À INDIAN HEAD (SASKATCHEWAN)

A. Bootsma, D. Anderson et D. Chaput
Centre de recherches sur les terres et les ressources biologiques
Ottawa (Ontario)

*LRRC Contribution No. 95-15*

## INTRODUCTION

Le changement climatique est devenu important au cours des dernières années. Un grand nombre de scientifiques pensent maintenant que la température augmentera progressivement à mesure que les concentrations de gaz carbonique ($CO_2$), de vapeur d'eau et des autres «gaz à effet de serre» (GES), comme le méthane et les oxydes d'azote, augmenteront dans l'atmosphère. On sait que les concentrations de $CO_2$ ont augmenté de 25 % environ depuis le début de la révolution industrielle, surtout à cause de la combustion des combustibles fossiles et du déboisement. Toutefois, on ne sait pas encore dans quelle mesure cet accroissement du $CO_2$ a contribué à l'élévation de la température du globe. Certaines études scientifiques indiquent qu'il y a déjà eu réchauffement planétaire alors que d'autres prétendent que non. En théorie, la température du globe devrait avoir augmenté d'environ 0,5 à 1,3 °C.

L'«effet de serre» est un phénomène naturel important sans lequel la température serait de plus de 30 °C inférieure à ce qu'elle est actuellement, ce qui rendrait la planète inhabitable par l'homme. Les GES dans l'atmosphère absorbent ou piègent en partie le rayonnement de longueur d'onde (infrarouge) émis par la surface de la Terre. La vapeur est le plus important "effet de serre", car elle absorbe la plupart des rayonnements qui se dirigent vers les hauteurs atmosphériques. Le réchauffement attribuable au $CO_2$ devrait accroître l'évaporation pour produire des concentrations plus élevées de vapeur d'eau, ce qui entraînerait vraisemblablement un réchauffement supplémentaire. Le réchauffement planétaire devrait également influencer la nébulosité. On ne sait toutefois pas encore si la nébulosité sera accrue ou réduite. Une couverture nuageuse accrue réfléchirait davantage le rayonnement solaire incident, ce qui produirait des journées plus fraîches, mais absorberait également davantage de rayonnement thermique de grande longueur d'onde émis par la Terre pour produire des nuits plus chaudes. Des indications d'un accroissement de la couverture nuageuse sur les masses continentales en Amérique du Nord au cours des 50 dernières années environ pourraient en partie expliquer une diminution observée de l'écart entre les températures diurnes et nocturnes. Il n'y a cependant encore aucune preuve irréfutable du fait que l'accroissement observé de la nébulosité est causé par le réchauffement attribuable aux GES. En fin de compte, l'effet de l'accroissement de la concentration de $CO_2$ sur le climat pourrait ne pas être connu avant le milieu du siècle prochain ou plus tard, époque à laquelle ces concentrations pourraient, selon la tendance des émissions, avoir doublé.

Des changements climatiques surviennent aussi naturellement, sans qu'il y ait accentuation de l'effet de serre résultant de l'activité humaine. Par exemple, de 1100 à 1400, la température moyenne sur le globe pouvait être d' à peine 0,5 °C plus élevée qu'aujourd'hui. De 1500 à 1800, la température était d'environ 0,5 °C moins élevée et les climatologues ont appelé cette période le «petit âge glaciaire». Des variations substantielles du climat d'une année à l'autre à un endroit donné ne peuvent être considérées comme un «changement climatique», mais plutôt comme des fluctuations naturelles du système climatique.

Cette publication présente les changements et les fluctuations climatiques observés pendant une période de 100 ans à Indian

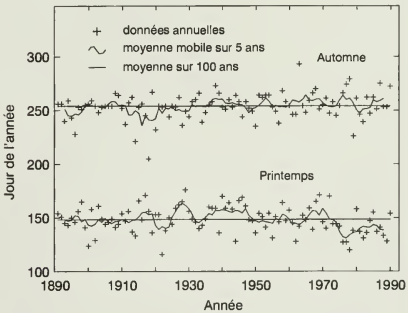


*Fig. 1A Date du dernier gel printanier et du premier gel automnal (0 °C) à Indian Head.*

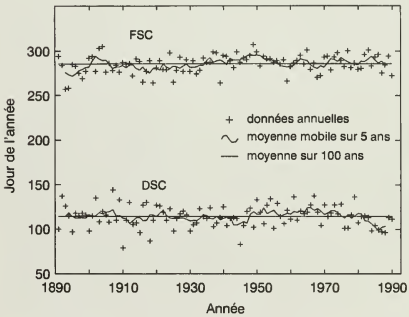


*Fig. 1B Début (DSC) et fin (FSC) de la saison de croissance à Indian Head.*

31.4
253
95-15
fr.
c.3

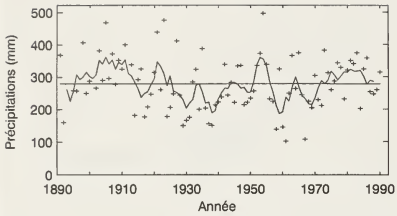


*Fig. 1C Précipitations (de mai à septembre) à Indian Head.*

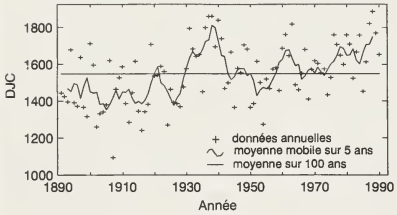


*Fig. 1D Degrés-jours de croissance au-dessus de 5 °C (DJC) à Indian Head.*

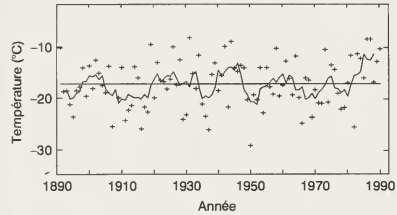


*Fig. 1E Température moyenne de janvier à Indian Head.*

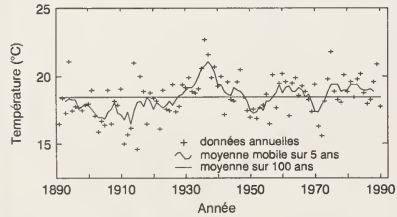


*Fig. 1F Température moyenne de juillet à Indian Head.*

Head, Saskatchewan, au Canada (lat. 50°32' N, long.103°40' O). L'examen des tendances observées pendant cette période aidera à déterminer s'il se produit des changements climatiques influençant de manière importante la production de récoltes dans la région d'Indian Head. L'étude du climat à un endroit particulier n'est pas sans dangers. Des modifications apparentes du climat peuvent résulter de facteurs non climatiques comme de légères modifications des méthodes d'observation et des emplacements des stations, les rendant davantage exposées ou abritées. L'urbanisation peut également à long terme influencer le climat. Il faut garder à l'esprit ces effets lors de l'interprétation d'enregistrements sur une longue durée.

## ENREGISTREMENTS CLIMATIQUES

Les enregistrements climatiques à Indian Head sont effectués depuis longtemps et sont très fiables. Nous disposons d'enregistrements complets sur la température depuis le 1er janvier 1891 et l'analyse des données a commencé à cette date. Bien que l'emplacement ait été changé de place au moins une fois au cours de cette période, la latitude et la longitude n'ont pas changé. La station est située sur la Ferme expérimentale est d'Indian Head. Au cours des années, la croissance urbaine a été très peu importante et elle ne semble pas avoir influencé les enregistrements climatiques. On a réussi à évaluer les enregistrements qui manquaient en utilisant les enregistrements d'une station proche (Indian Head Forestry ou PFRA).

## VARIABLES ANNUELLES

Les huit variables agroclimatiques ci-après ont été dégagées des enregistrements quotidiens pour chaque année : date du dernier gel printanier à 0 °C (GP); date du premier gel automnal à 0 °C (GA); date du début de la saison de croissance (DSC); date de la fin de la saison de croissance (FSC); précipitations du 1er mai au 31 septembre (P); degrés-jours de croissance au-dessus de 5 °C (DJC); température moyenne de l'air en janvier (JAN); et température moyenne de l'air en juillet (JUIL).

Pour des raisons pratiques, nous avons analysé les variables GP, GA, DSC, et FSC sur la base de journées civiles (tableau 1). Les variables DSC et FSC ont été respectivement déterminées pour chaque année comme étant la date à laquelle la moyenne pondérée sur 5 jours de la température de l'air restait supérieure à 5,5 °C (42 °F) au printemps et devenait inférieure à 5,5 °C à l'automne. Toutes les autres variables sont explicites et Bootsma (1994) fournit d'autres précisions quant à la manière dont elles ont été calculées.

## ANALYSES DE TENDANCES À PARTIR DES DONNÉES ANNUELLES

Nous avons utilisé les variables annuelles pour calculer des moyennes mobiles de 5 ans sur une période de 100 ans. Par

Tableau 1 Jours de l'année à la dernière date de chaque mois

| Date | Jour de l'année | Date | Jour de l'année |
|---|---|---|---|
| 31 janvier | 31 | 31 juillet | 212 |
| 28 février | 59 | 31 août | 243 |
| 31 mars | 90 | 30 septembre | 273 |
| 30 avril | 120 | 30 octobre | 304 |
| 31 mai | 151 | 30 novembre | 334 |
| 30 juin | 181 | 31 décembre | 365 |

* Pour les années bissextiles, ajouter un jour de l'année à chaque date après février.

CANADIAN AGRICULTURE LIBRARY
BIBLIOTHÈQUE CANADIENNE DE L'AGRICULTURE
3 9073 00118486 2

exemple, la moyenne de 5 ans pour 1920 a été calculée d'après les données de 1918 à 1922. Les valeurs annuelles et les moyennes de 5 ans pour les huit variables (fig. 1A à F) ont été tracées en regard de la moyenne pour 100 ans à Indian (tableau 2). En 1A, on constate que les dates du dernier gel printanier n'ont pas changé de manière appréciable au cours de cette période. Il y a eu une tendance vers des gels automnaux plus hâtifs, en particulier au cours des dernières décennies. La FSC indique une légère tendance à des valeurs tardives au cours des 50 dernières années tandis que la DSC indique une légère tendance à des valeurs hâtives au cours des 10 dernières années. (fig. 1 B). Les précipitations totales de mai à septembre (fig. 1C) ont varié grandement, soit un minimum de 103 mm en 1961 et un maximum de 498 mm en 1954. Les analyses statistiques ne montrent aucune augmentation ou diminution significative des précipitations au cours de cette période de 100 ans. Les degrés-jours de croissance ont augmenté d'une façon significative au cours de cette période (fig. 1D) bien que la moyenne de 5 ans en 1987 ait été inférieure au pic en fin des années 30.

La tendance au réchauffement à Indian Head est conforme aux résultats d'autres stations de l'ouest du Canada (Bootsma, 1994). Cette tendance peut résulter en partie du réchauffement causé par l'effet de serre et en partie à cause d'autres facteurs comme le fait d'avoir plus de terres cultivées, une plus grande utilisation de la jachère d'été ou des changements possibles dans les modèles de déplacements de masses d'air à une grande échelle. Les scientifiques prévoient que le réchauffement causé par l'effet de serre devrait donner lieu à de plus grandes élévations de température au cours de l'hiver qu'en été aux latitudes septentrionales. Cependant, d'après la figure 1E, les températures de janvier ne semblent pas devenir plus douces à Indian Head. Les tests statistiques indiquent une augmentation significative, quoique légère, de la température moyenne en juillet (fig. 1F) au cours de cette période de 100 ans.

## FRÉQUENCES CUMULÉES OU PROBABILITÉS

Afin de déterminer si la plus récente période de 30 ans (1961 à 1990) a été inhabituelle par rapport à la configuration des 100 dernières années, nous avons représenté sur un graphique les fréquences cumulées ou les probabilités pour chacune des huit variables et pour les deux intervalles à Indian Head (fig. 2 A à F; les lignes verticales représentent les valeurs moyennes du tableau 2). Sur les figures 2A et 2B, les axes de gauche indiquent la probabilité que soient observées des valeurs plus précoces au printemps et plus tardives à l'automne que ne le montre le graphique; les axes de droite montrent la probabilité que les valeurs soient plus hâtives au printemps et tardives à l'automne à Indian Head. Par exemple, il existe une probabilité d'environ 5 % (1 année sur 20) que la date des premiers gels automnaux tombe le 240e jour (28 août) ou après. La période d'enregistrement a eu un certain effet sur les dates de gel, soit les derniers gels printaniers survenant en moyenne 5 jours plus tôt et les premiers gels automnaux 3 jours plus tard au cours de la période de 1961-1990. La DSC et la FSC n'ont pas variées au cours de la période d'enregistrement (fig. 2B, tableau 2).

Aux figures 2C à 2F, on indique dans la marge de gauche la probabilité que soient observées des valeurs plus faibles et dans la marge de droite celle que soient observées des valeurs plus élevées. Les précipitations de mai à septembre n'ont pas varié significativement au cours de cette période (fig. 2C). Les degrés-jours de croissance ont augmenté très significativement au cours de la période de 1961 à 1990. Les valeurs moyennes ont été de 86 degrés-jours de croissance de plus que la normale à long terme

Tableau 2 Comparaison des moyennes des variables agroclimatiques pour les années 1891 à 1990 et 1961 à 1990 à Indian Head

| Variable | 1891-1990 moyenne | 1961-1990 moyenne |
|---|---|---|
| Date du dernier gel de printemps (GP) | 28 mai | 23 mai |
| Date du premier gel d'automne (GA) | 11 sept. | 14 sept. |
| Début de la saison de croissance (DSC) | 24 avril | 25 avril |
| Fin de la saison de croissance (FSC) | 12 oct. | 14 oct. |
| Degrés-jours de croissance au-dessus de 5 °C (DJC) | 1547 | 1633 |
| Précipitations de mai à sept. (P) (mm) | 279 | 280 |
| Température moyenne de l'air en janvier | -17,2 | -16,5 |
| Température moyenne de l'air en juillet | 18,5 | 18,9 |

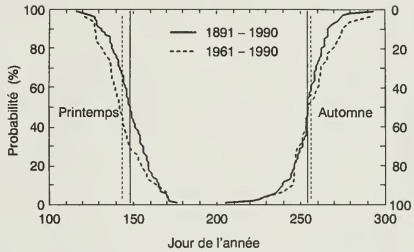


*Fig. 2A Probabilité du dernier gel printanier et du premier gel automnal (0 °C) à Indian Head.*

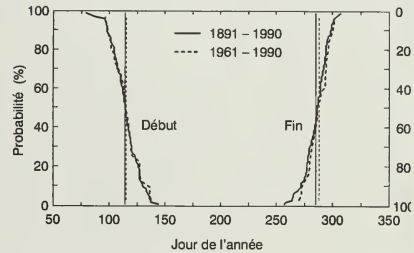


*Fig. 2B Probabilité du début et de la fin de la saison de croissance à Indian Head.*

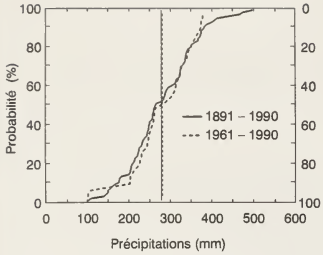


*Fig. 2C Probabilité de précipitations (de mai à septembre) à Indian Head.*

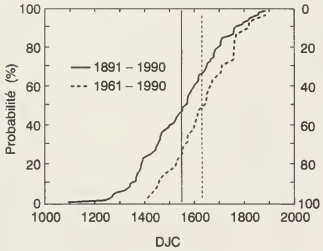


*Fig. 2D Probabilité de degrés-jours de croissance au-dessus de 5 °C (GDD) à Indian Head.*

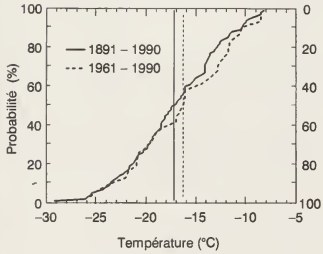


*Fig. 2E Probabilité de la température moyenne en janvier à Indian Head.*

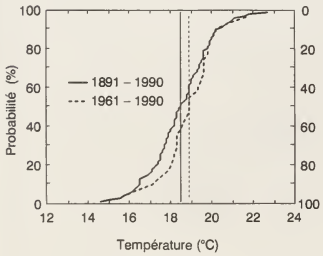


*Fig. 2F Probabilité de la température moyenne en juillet à Indian Head.*

(tableau 2). La probabilité d'avoir moins que 1500 degrés-jours de croissance a baissé d'environ 40 % (4 années sur 10) pour cette période de 100 ans à moins de 20 % au cours des 30 dernières années. Les températures moyennes de janvier ont été légèrement plus élevées au cours de la période de 1961 à 1990 (fig. 2 E). Les températures de juillet ont été significativement plus élevées que les variations des probabilités moyennes, mais semblables pour les deux périodes aux probabilités extrêmes (fig. 2F).

## CONCLUSION

Nous avons tout lieu de croire qu'il y a eu un réchauffement significatif au cours de la saison de croissance pendant cette période de 100 ans à Indian Head. Bien que les précipitations n'aient pas changé pour la peine, les possibilités de sécheresse peuvent avoir augmenté quelque peu étant donné que les températures plus élevées causent une plus grande évaporation. Bien que la tendance au réchauffement puisse avoir été causée en partie par le réchauffement global, d'autres facteurs comme l'augmentation de jachères ou de changements dans les modèles de déplacements de masses d'air, peuvent avoir joué un rôle. L'identification plus précise de ces facteurs permettrait de prévoir l'évolution du climat pour les années à venir. Bien que les résultats exposés ici s'appliquent plus précisément à Indian Head, des modèles semblables de réchauffement ont été observés à d'autres emplacements dans l'ouest du Canada, soit à Agassiz et Brandon (Bootsma, 1994). Nous ne savons pas jusqu'à quel point nous pouvons appliquer à toute la région les résultats obtenus à Indian Head. Cependant, nous prévoyons obtenir des résultats similaires au moins dans un rayon de 100 km autour de Indian Head.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient de leur contribution tous les observateurs météorologiques qui ont pendant plusieurs années fidèlement enregistré tous les jours les variables climatiques à Indian Head. Les observations ont été obtenues sous une forme lisible par machine au Centre climatologique canadien à Downsview (Ontario).

## BIBLIOGRAPHIE

Bootsma, A. 1994. Long term (100 year) climatic trends for agriculture at selected locations in Canada. Climate Change 26:65-88.

Pour se procurer un exemplaire, s'adresser à :

Centre de recherches sur les terres et les ressources biologiques
Direction générale de la recherche, Agriculture et Agroalimentaire Canada
Édifice K.W. Neatby, Ferme expérimentale centrale
Ottawa (Ontario), K1A 0C6

© Ministre des Approvisionnements et Services du Canada 1995
n° cat. A42-55/1-1995F ISBN 0-662-99569-4
Imprimé 1995 300-03:95

Also available in english under the title
*Long-term climatic trends for agriculture at Ottawa, Ontario*



Canada